

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-221497
(43)Date of publication of application : 11.08.2000

(51)Int.CI. G02F 1/1335
G02B 5/124
G09F 9/00

(21)Application number : 11-328808 (71)Applicant : SHARP CORP
(22)Date of filing : 18.11.1999 (72)Inventor : MINOURA KIYOSHI

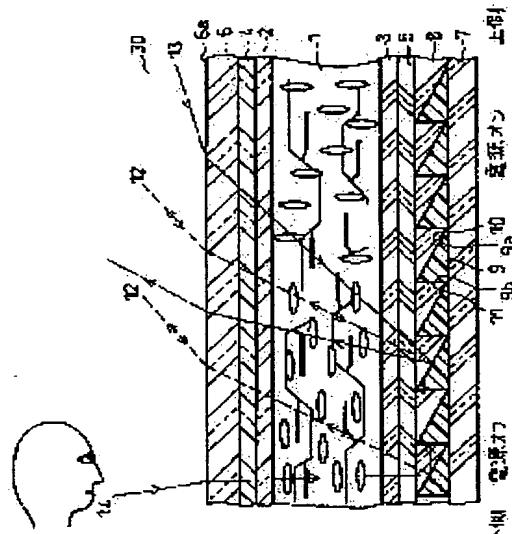
(30)Priority
Priority number : 10337453 Priority date : 27.11.1998 Priority country : JP

(54) REFLECTIVE LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a reflective liquid crystal display device with high lightness of a white display, a high contrast ratio, an easily visible multicolor display and moreover high productivity.

SOLUTION: The reflective liquid crystal display device is equipped with a pair of substrates 6, 7, a liquid crystal layer 1 held between the pair of substrates 6, 7 and reflection surfaces 10 with at least part of the upper side of one substrate of the pair of substrates 6, 7 or the upper side of a substrate adjacent to the one substrate inclined in the direction opposite to the user. The device is constructed in such a way that the inner product of an orthogonal projection vector of the normal vector of the reflection surfaces 10 to the display surface and an orthogonal projection vector of a vector in the direction from the reflective liquid crystal display device toward the user to the display surface is $\cdot 0$. At the same time the inclination angle between at least part of the reflection surfaces 10 and the horizontal plane of the substrate is equal to or larger than \hat{e} defined by the formula $\hat{e}=1/2 \times \arcsin(n_0/n_1)$, (where n_0 is the refractive index of atmosphere, n_1 is the refractive index of the substance to flatten the inclined surface) and is less than $2 \times \hat{e}$.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]
[Date of extinction of right]

Copyright (C) 1998,2000 Japan Patent Office

（前項）に垂直に入射して前記反射面によって反射される光の進行方向が前記基板に対して成す角度と、前記反射面の法線方向が前記基板に対して成す角度との間であることを特徴とする反反射型液晶表示装置。

反射型液晶表示装置についてさらには、反射型液晶表示装置について述べる。

また、波長変調回路と光反射鏡との距離が基板等の厚みだけ離

正在しているために照明の入射時と反射光の出射時の光路
のずれに伴う混在が生じてしまう。

表示装置のコントラスト比が高いため、反射率を高めることで、この視点で必然的に光の利用効率は半減しない。しかし、反射角によって表示色の色付きが変わることで、この視点で必然的に光の利用効率は半減してしまう。

【発明の詳細な説明】
【0001】
【発明の属する技術分野】 本発明は、反射型液晶表示装置を構成する反射型液晶表示装置。

高輝度の高カラーフィルタのために明度が低下し、偏光板を用いないことによる本方式の高明度という利点が損なわれるとする問題がある。

である。偏光板を用いないことなく、偏光板を用いたものとどちら、光の利用効率をあげることができるのみではなく、色の観点から評価を行った場合においても、上記、ECBモードと比べ、波長依存性が小さいことに加え、偏光板自身の吸収ブロアフィル、入射光が黄色味を帯びるといった問題点から解消されることから、良好な表示が実現されることを期待できる。

高分子分散液滴が散乱状態となり、白濁することによる白表示を与える。電圧印加時には高分子分散液滴が透けた状態となり、下側に配置されたいろは色基板が目視できる。

三

黒表示を与えることによって白黒表示を行うものであ

〔0010〕特開平10-10528号公報には、反射率が一様でなく周期性をもたせた反射板の上に高分子散型液晶を配置した反射型液晶表示装置が開示されてゐる。

〔0011〕特開平9-90352号公報には、光吸体の上に、基板面に対して傾斜角を持つ反射体を配置し、さらにその上に高分子分散型液晶を隙接させる構造をとった液晶表示素子が開示されている。この方式においても、白表示は電圧印加時の高分子分散型液晶の乱状態を利用するものであり、黒表示は電圧印加時の分子分散型液晶の透過状態を利用し、該光吸体に光吸収されることから得られる。

〔00112〕また、特開平9-90352号公報に於ては反射体形状について、平面形状ではなく、基板面にて斜角を有する反射体を用いており、さらには斜角にて斜反射率が反射体形状が多角錐または円錐形状であることを特徴とした液晶表示装置が開示されている。

〔00113〕また、特開平5-134266号公報においては、液晶層と高分子材料層とを相間させ、各層の折光率と層間距離に基づく干涉性による反射を利用し、反射率を調整する。

表示器が開示されている。
【0014】また、特開平9-28147号公報に
いては、所定の角度をなして入射する白色光を波長分
させて分光するハログラムを利用した反射型直観カラ
表示装置が開示されている。

100115) また、特開平8-320480公報に
いては、光吸収タイプのカラーフィルターと光反射タイプのカラーフィルターを組合せたことを特徴とする
ラーパー表示装置が開示されている。
100116) 一方、特開平7-159778公報に
いては、波長選択性別体の下に太陽電池を配置した

とを特徴とする反射型カラー表示接頭が開示される。

【免のが解決しようとする課題】しかしながら、前述開平7-104250号公報に開示された液晶表示装置においては、白表示に際して、高分子分散型液晶から方に散乱される光が日表示に開示しておらず、前方散乱される光はすべて黒色基板に吸収されてしまうため、実際には光の利用効率は著しく低下する。また、実際開平7-104250号公報に開示された反射型液晶表示装置においては、黒表示に際して、高分子分散型液晶を透過した光が完全には吸収され得ないため、十分に暗い黒表示を得ることができずコントラストが悪くなる。

【0010】これらの問題を解決したものが、前記特許平00352号公報に開示された液晶表示装置で、リストが低下してしまう。

る。この構成により、十分暗い良好な黒表示を得ることができます。

くすることにより製造社が品にならなくなる。また、反射膜側につい
ては、光吸収体の面上に高分子分散型液晶が配置されるこ
とにあり、前述の特開平7-104250号公報と同様
な理由により、前述の特開平7-104250号公報と同様
くして、脚部を空ける構造とすることにより、十分に明るい白色表示が期待できない。
〔0020〕また、特開平10-20290号公報に記
載された被膜表示装置においては、光吸収層を有さない
ため、偏光板や2色性色紙などを用いないモードにおいて
は、脚部を空ける構造とすることにより、十分に明るい白色表示が期待できない。

では、良好な黒表示を得ることができないという問題がある。また、反射面の傾斜角についての角度限制や反射面の形状について、多角錐または円錐であること以外の問題な記述がなされていない。

この場合には、電動電圧が高くなる傾向にあるため、電動電圧が高くなるという問題点がこの場合には、電動電圧が高くなる傾向にあるため、電動電圧が高くなるという問題点がこの場合には、電動電圧が高くなる傾向にあるため、電動電圧が高くなるという問題点がある。

【0023】また、特開平8-320480号公報に開示されたカラー表示装置においては、光反射タイプのカラーピン

【0 0 5 2】上記の反射型熱電表示装置は、さらに、前記光吸収性を有する部位が太陽電池であることが好ましい。

【0 0 5 3】太陽電池は、可視光領域の光を効率良く起電力に変換できるものほど黒色である。上記の構成ではこのことを利用して、太陽電池を光吸収性を有する部位に使用するものである。また、太陽電池以外の光吸収性を有する光学素子を配置せず、表示面の下に太陽電池を配置することにより、太陽電池の面積を大きめにすることができる、より多くの入射光を効率良く電気エネルギーに変換することができる。

[0054] 1) 本反射型液晶表示装置では、太陽電池を表示装置に一体化することで表示装置の駆動に必要な電力のすべてまたは一部を太陽電池でまかなうことができるため、電源に要するスペースを縮小して装置の小型化を図ることができます。

[0055] 2) 上記の反射型液晶表示装置は、上記構成に加え、少なくとも一部に反射面を有する基板の反射膜の少なくとも一方向の法線ベクトルが一方向のみにおいておらず、複数方向を向いていることとするにより、該反射型液晶表示装置に入射してくるより多くの外光を利用することを可能とする。

[0056] 3) 本反射型液晶表示装置は、上記構成に加え、少なくとも一部に反射面を有する基板の反射膜の少なくとも一方向の法線ベクトルが一方向のみにおいておらず、複数方向を向いていることとするにより、該反射型液晶表示装置に入射してくるより多くの外光を利用することを可能とする。

これが可能となり、より明度が高く、より入射光方向の依存性の小さい白表示が実現する。

【0057】さもなくば白表示を得るために、上記の反射型液晶表示装置は、上記構成に加え、少なくとも一部に反射面を有する基板の反射膜上に、透光性を有する高屈折率体を配置することを特徴とする。

【0058】このように構成することによつて、反射面の傾角を小さく取ることができる、液晶層が散乱状態を取ると、き、散乱光をより効率よく利用することが可能となる。また、高屈折率体で平出化するなどの処理をする。これにより、液晶の配向性を高めることができると期待される。

100.5 ま) に、上記の反対側基板表が裏面は、上記の構成に加え、該一對の基板が両基板とも透通性を有し、少なくとも一部に反対面を有する基板が該一對の基板とは別に用意され、外付け可能であることを特徴とする。

[0060] このように構成することによって、 TFT 基板と反射性を有する基板の作製工程を分離することができる、生産性を高めることができるとなる。

[0061] 上記の反射型液晶表示装置は、さらに、前記反射層が散乱型液晶層であり、該液晶層が入射した光を透過させる状態と散乱させる状態とを切り替えることにより表示を行うことができる。

[0062] 一方で、散乱型液晶層により、入射した光を透過または散乱させられる能を切り替えることにより、それぞれ黒表示または白表示の切り替えを行うことができる。

【0063】すなわち、黒表示に関する限りに入射した光を透過させることにより、上記反射面の作用によって良好な黒表示ができる。また、白表示に関する限りに入射した光を乱反射させることで、散乱型液晶層により入射した光を乱反射させることで、後方散乱された光に加えて、前方散乱されて上記反射面により反射された光も白表示に寄与することになり、良好な白表示ができる。

【0064】また、上記の構成では、偏光板を用いることなく黒表示および白表示を行うことが可能である。特に、白表示においては、偏光板による光の利用効率の低下を防ぐとともに、自分自身が白表示を示すことを防ぐ。

〔0065〕上向を図る。前記反射型液晶表示装置は、前記反射型液晶が液晶と液晶分散体との階層構造を成しておる。液晶分散が入射した光を透過させる状態と前記階層構造に起因して反射させる状態とを切り替えることにより表示を行うものであつてもよい。

〔0066〕上記の構成によれば、液晶層と液晶分散体との階層構造を有しており、入射した光を透過または反射させる状態を切り替えることにより、それぞれ黒表示または白表示の切り替えを行うことができる。

[0067] すなわち、黒表示に關しては、液晶層に入射した光を透過させることにより、上記反射面の作用によって良好な黒表示ができる。また、白表示に關しては、上記層構造により、入射した光を反射させ、上記透過過状態とは異なる角度で上記反射面に入射させることで、光を観察方向に光を導くことにより良好な白表示ができる。

[0068] また、上記の構成では、偏光板を用いることなく黒表示および白表示を行うことができる。特に、白表示においては、偏光板による光の利用効率の低下を避けることができたため、さらには良好な白表示を得ることができる。したがって、本反転型液晶表示装置では、表示品目の向きを変えることができる。

[0069] 上記の反転型液晶表示装置は、さらに、前記反射面の傾斜方向が前記基板に平行面内で回転可能であることが好ましい。

〔1070〕上記の構成によれば、反射面の傾斜方向を基板に平行な面内で回転させることができため、本反応型熱電温表示装置に入射する外光の強度分布に応じて、反射面の傾斜方向を調節することができるのである。つまり、外光を効率良く利用できるようになることにより、白表示における明るさの向上を図ることが可能である。ここで、反応面の傾斜方向の回転は、反射面が吸収型反射板に吸収された基板で回転させたものであっても、各反射面の表面単位で回転させるものであってもよい。

〔0071〕これにより、本反射型液晶表示装置では、使用環境に応じた良好な表示を行うことが可能となる。
〔0072〕上記の反射型液晶表示装置は、さらに、前記配向膜層を介して前記反射面に対する前記基板に、特に一定方向から入射する光を反射する反射体が設けられており、前記特定方向が前記基板に対して成す角度は、前記基板に垂直に入射して前記反射面によって反射される光の進行方向が前記基板に対して成す角度と、前記反射面の法線方向が前記基板に対して成す角度との間であることによって、上記とは異なるた波長範囲の光を吸収させる。

ことによって、この現象に對処することができる。
〔0080〕上記の反射型錶器表示装置は、さらに、前記錶器表示装置の最小単位である画素に区分されており、前記反射面のピッチが前記画素のピッチ以下であることが好ましい。
〔0081〕上記の構成にすれば、反射面のピッチが画素のピッチ以下であるため、製造工程において、反射面の一部に不具合が生じていた場合であつても、その不具合を表示に与える影響を軽減することができる。

〔0.08.2〕 例えは、反射面がアルミニウムの鏡面によつて形成される場合には、反射面の頂点部分にアルミニウムが蒸着されると、その部分が光の散乱の原因となり得る。また、反射面の凹部には未蒸着部分が形成されやすく、その部分が白表示において黒く見え得る。

〔0.08.3〕 反射面のビッチが画面のビッチより大きい場合は、これらのが不具合による表示画面への影響が目視においても認識されやすく、画質を著しく低下させることがある。そこで、本反射面型鏡表示装置では、上記の仕様にて、反射面のビッチを画面のビッチより大きくする。

〔0.07.4〕 ここで、上記特定方向は、基板に垂直に入射して反射面によって反射される光の進行方向と反射面の法線方向との間となるように設定されている。このことと、上記した反射面の傾斜角の設定とにより、反射面の傾斜方向に対して逆側に光が放出されることがない。したがつて、上記と同様に良好な黒表示を維持することができる。

（1）前記反射面が前記表示面と平行な面内で回転可能であることを特徴としている。

（2）上記の構成にすれば、表示面から入射する光を反射する反射面が、表示面に対して傾斜して配置され、より目表示の明度の向上を図ることができる。

【0070】上記の構成によれば、反射面の傾斜方向を基板上に平行な面内で回転させることができるので、本反応装置においては、外光の輝度分布に応じて、反射面表示装置に入射する外光の輝度分布に応じて、反射面を適宜傾斜することができるのである。つまり、外光を効率よく利用できるように調整することができる。そこで、反射面の傾斜方向の回転は、反射面を回転させられた基板ごと回転させて、各反射面の片面で回転させるものであつてもよい。

【0071】これにより、本反応装置表示装置では、

（ア）被写体（アクリル板）に入射し、屈曲面に反射する光が反射鏡によって反射される光の進行方向と反射面の法線方向との間となるように設定されている。このことと、上記した反射面の傾斜角の設定により、反射面の傾斜角に対して逆側に光が射出されない。したがって、特定方向から入射する光がことことができる。

したがって、上記と同様に良好な黒表示を維持することができる。

【0075】反射体としては、例えばはログラムやルミシシティーなどがある。主に干渉性による反射機能を利用するホログラムを反射体としていた場合、上記の構成では、ホログラムの機能として特定方向からの入射光の進行方向を曲げる機能があればよい。したがって、上記の構成では、従来の特開平9-28147号公報に開示された技術のように分光機能を備えている必要はないり程度やコストの面でも有利となる。

【0076】上記反射体は、基板に対して回転可動であつてよい。回転可動にすることにより、本反射型液晶表示装置に入射する外光の強度分布に応じて、基板より明るい外光をうまく拾うようにな調整することができ、より目表示の明度の向上を図ることがができる。

【0077】前記反射体が設けられた上記の反射型液槽
装置は、さらに、第記反射体が正進性反射を

（参考）反射板は、さつに、反射する光が通過する位置に、前記干渉型カラーフィルターが設けられていること、さらには、吸収型カラーフィルターが設けられていることか好ましい。

【079】この際、上記とは異なった波長範囲の光
線を形成することができた場合でも、可視光領域にわたって
ある一定の方向からの入射光の力を反射するように手口
を形成することは困難な場合がある。

そこで、上記の構成によれば、干渉性反射板に入射する光を吸収性カラーフィルターに通過させることになり、吸収性カラーフィルターを用いることによって、上記とは異なった波長範囲の光を吸収させることによって、この現象に対処することができる。

記載箇所が表示される画素に区分されている。そこで反射面のピッチが前記画素のピッチ以下であることが好ましい。

【0001】上記の構成によれば、反射面のピッチが画素のピッチ以下であるため、製造工程において、反射面の一部に不具合が生じた場合でも、その不具合が画素の一部に不具合を生じさせない。したがって、反射面のピッチが前記画素のピッチ以下である。

場合は、これらの不具合による表示品質への影響が目視においても認識されやすく、品質を著しく低下させることとなる。そこで、反反射型液晶表示装置では、上記の構成によって、反射面の空気回路部を上部、目視における反射面形状が認識されないようにすることと、上記の表示装置上の不具合があつた場合でも、良好な表示品質を維持するため、反射面の空気回路部を下部に配置する。

反射面が前記表示面に対して傾斜して配置されており、前記反射面が前記表示面と平行な面内で回転可能であることを特徴としている。
【0085】上記の構成によれば、表示面から入射する光を反射する反射面が、表示面に対して傾斜して配置され、前記反射面が前記表示面と平行な面内で回転可能であることを特徴としている。

度で誤差することにより、上記の理由から良好な黒表示を観察することができる。

反射面10の空間周波数を上げ、目標における反射面10の形状が認識されないようにになり、上記条件は観察する方向を、特に使用者方向とする、と、上記条件は次のようになる。すなわち、使用者方向へのベクトルの境界面6aへの正射影ベクトルと、反射面10の法線ベクトルの境界面6aへの正射影ベクトルとの内積が0以下であることがある。

【0110】また、以上においては、反射面10が液晶パネルに固定されている構成を示したが、反射面10が反射側基板7とともに入射側基板6に対して回転可能な構成であってもよい。この場合、本反射型液晶表示装置の使用条件において、入射光の位置と液晶パネルとの位置関係に応じて反射面10の傾斜方向を調整することにより、さらに良好な白表示を得ることが可能となる。

【0111】本反射型液晶表示装置では、電極5および水平配向膜3を備えた基板2が設けられている。そして、この基板2と反射面10および光吸収層1が形成された物体9を有する反射側基板(外付け可能な部材)7との間にマッチングオイル層25を保持している。また、基板2とおよび反射側基板7は、例えば反射側基板7に設けられたヘアリング構造26を介して留め具27により固定されている。これにより、反射面10が反射側基板7とともに入射側基板6に対して回転可能となり、反射面10の傾斜方向を調整することができ

【0112】一方、各反射面10を駆動するピッチに関する条件を満たすことが好ましい。すなわち、液晶層1は、実際の画像表示を行なう際には電極4・5などによって表示の最小単位の領域である画素のピッチをこの画素のピッチ以下にす

【0113】上記条件を満たしておれば、製造工程において、反射面10の一部に不具合が生じていた場合であっても、その不具合が表示に与える影響を軽減することができる。例えば、反射面10の形成時に、反射面10の頂点部分にアルミニウムが蒸着されると、その部分が光の散乱の原因となり得る。また、反射面10の凹部には未然着部分が形成されやすく、その部分が白表示において黒く見え得る。しかし、上記の条件を満たす

は図5に示したものを利用した。ここでは、反射型液晶表示装置に電圧を印加して、測定した。

【0114】なお、図5に示した反射面10の形状は、断面形状が図1の場合と同様であり、反射側基板7に対して、ほぼ垂直な光吸収層1と上記各傾斜角を成す反射面10が周囲的に配置されて形成されている。この周囲的な形状の最小単位は、反射側基板7、光吸収層1および反射面10により囲まれた、断面形状が直角三角形である三角柱の形状である。

【0115】以上に説明した構成においては、液晶の透過・散乱状態の光学作用を用いており、液晶の複屈折効果を利用したモードと比較して、波長依存性の影響が小さいことも特長である。

【0116】これにより、本反射型液晶表示装置により、明度が高く、色度の整った白表示と良好な黒表示を得ることができ。

【0117】(実施例1) 実施例1として、上記条件で作製された、図1に記載の液晶表示装置において、反射層の光軸の傾角依存性を、図3に示してあるような投光器15および受光器16等からなる測定システムによって測定した。

【0118】光投器15は、反射型液晶表示装置に垂直な平面で入射角(投光器15からの入射光の角度)αが変化するよう設けられている。また、受光器16は、受光器16の傾角方向の角度βが投光器15の入射角αが変化しする平面と同一の平面内で変化しするよう設けられている。また、反射型液晶表示装置は、測定用の台(図示していない)上に載置され、方角αの方向に沿って回転可能となっており、(a)のA-A線矢印側面図である。なお、図2では、反射型液晶表示装置の駆動装置その他の構成要素を省略している。

【0119】ここで、投光器15の光軸と受光器16の光軸とが反射型液晶表示装置の境界面6a(図1参照)上において一致するものとする(以下において、この一致する位置を入射点と称す)。

【0120】入射角αおよび受光角βは、それぞれ90度とし、反射面10の傾斜角を調整することができることとなる。したがって、入射角αの正の向きと受光角βの正の向きとは、互いに反対することになる。

【0121】そして、入射角αおよび受光角βの方向を同じとともに、境界面6aの法線方向と向き(図1における反射側基板6から境線30に向かう向き)を、入射角αおよび受光角βがそれそれ0度となるよう定義する。したがって、入射角αの正の向きと受光角βの正の向きは、一方、各反射面10を駆動するピッチに関する条件を満たすことが好ましい。すなわち、液晶層1は、実際の画像表示を行なう際には電極4・5などによって表示の最小単位の領域である画素のピッチ以下にす

べた(測定方法は実施例1参照)。

【0130】結果を図6から図8に示す。図6から図8は、黒表示時ににおける傾角方向に対する反射率の変化を図示するおよび傾斜角ごとに示したグラフである。なお、図6から図8においては、反射側基板を反射側基板7および各傾斜角における反射率の最大値を1としており、および各傾斜角における反射率の最小値を0となる角度が存在する。また、図6から図8の相対値(比)で示している。また、図6から図8は、それぞれ、n1が1.5、1.8、および2.2の場合に対応している。

【0131】各図より、n1が1.5、1.8、2.2の場合に、傾角方向が本液晶パネルの法線方向により液晶パネル上側の範囲内で反射側基板を0となる角度が存在する傾斜角は、それぞれ20度以上、16度以上、13度以上であることが分かる。

【0132】また、式1による0の値は、n1が1.5、1.8、2.2の場合に、傾角方向が本液晶パネルの法線方向により液晶パネル上側の範囲内で反射側基板を0となる角度が存在する傾斜角は、それそれぞれ21.17、1.4度である。これらは法線方向から観察するとき、反射面10の傾斜角を0により示される値に設定することにより、良好な黒表示が得られることがわかる。

【0133】また、上記の実施例1で示したように、反射面10の傾斜角を小さくすることにより、明るい白表示を得られることから、平坦化膜(高屈折率体)8は、大体に反射側基板7と異なる測定システムによって測定した。

【0134】本実施例では反射面10直上に反射率が1.5の平坦化膜8を配置しており、式1を用いて計算すると、良好な黒表示を保った上で併せて計算した反射面10の傾斜角の最小値は、21度となる。本実施例では、傾斜角として30度と45度のものを用いたが、反射面10の傾斜角を21度まで小さくすることによって、より反射側基板7より大きい平坦化膜8は、透過性を有し屈折率が1より大きくなり、平坦化膜8は、透過性を有し屈折率が1より大きくなり、3度以下である屈折率体であることが好ましい。

【0135】以上のように、式1により得られる値を考慮して反射面10の傾斜角を設定することにより、黒表示が得られることとともに、より明るい白表示を得ることができため、画質の良好な反射型液晶表示装置を形成することができる。なお、図1以上(実施例3)次に、実際の使用を考慮した上で、反射面10の傾斜角としてさらに好ましい値を求めた。ここでは、黒表示領域の面から検討を行なった。そこで、式1に基づいて説明する。図18は、黒表示領域を表す概念図である。なお、図18では、図1に示した液晶パネルを簡略化して図示している。

【0136】黒表示領域とは、液晶パネルにおいて、液晶層1が透過状態、すなわち黒表示の状態にある際に、黒表示が保証される角度領域を指している。なお、この角度領域は、液晶パネルの下側からの角度をもつて表す。

【0137】この黒表示領域は、実際には液晶パネルを使用する際に視野角範囲(黒表示が保証される視野角範囲)が決まるなどの問題が生じない範囲内で、幅力(幅)が決まる必要がある。これは、黒表示領域が大きくなり過ぎると、白表示時の明るさが低減するためであ

(1)

る。したがって、黒保証領域は、大きすぎても小さすぎても好ましくない。

【0138】具体的には、黒保証領域の限界（黒保証領域の最大角度）が9.7度未満である場合では、液晶パネルを見る角によつてかなり黒表示が付いた状態、すなはち、黒表示時に光が漏れる状態となる。また、黒保証領域の限界が10.6度を越える場合では、白表示時の明るさの遮蔽を促すことになる。したがつて、黒保証領域の限界は、9.7度以上、10.6度以下の範囲に設定されることが最も好ましいと考えられる。

【0139】そこで、図1に示した液晶パネルにおいて、反射面10の傾斜角および平坦化膜8の屈折率n1を変化させた際に、黒保証領域の限界が上記範囲に入る条件を調べた。結果を表1に示す。なお、表1は、反射面10を各傾斜角に設定し、平坦化膜8を各屈折率n1に設定した場合の黒保証領域の限界（度）を示している。

【0140】
【表1】

屈折率						
	1.34	1.4	1.5	1.6	1.7	
傾斜角（度）	19	76	79	84	89	93
19.5	78	81	86	91	95	
19.9	79	82	87	92	96	
20	79	82	87	92	97	
20.5	80	84	89	94	98	
20.9	81	85	90	95	100	
22.4	85	89	94	100	105	
24	90	93	99	105	111	
25.9	95	99	105	111	118	
26.4	96	100	107	113	119	
28.1	101	105	112	119	126	
29	103	108	115	122	129	
29.5	104	109	116	124	132	
29.7	105	110	117	124	132	
29.9	106	110	118	125	133	
30	106	110	118	126	134	
30.5	107	112	120	127	136	
31	109	113	121	129	138	
31.5	110	115	123	131	140	

化膜8が存在しないような場合における反射面10を平坦化する物質（例えは液晶パネル）に觸しても便宜的に平坦化膜8と統一している。また、黒保証領域の限界が9.7度以上、10.6度以下の範囲にある場合には、傾斜角が0（式1参照）以上、2×b未満という上記条件を満たすことになる。

【0144】以上より、図1に示した液晶パネルにおいて、反射面10と境界面6aとが成す傾斜角が、2.0度以上、3.0度以下であることが好ましい。このように傾斜角を設定することにより、屈折率n1と境界面6aにおいて、黒表示を最も優れた状態とすることができる。

【0145】（実施例4）次に、図1および図5にて示した液晶パネルにおいて、白表示に寄与する外光の方位についての知識を得るべく、図3の測定システムを用いて、液晶層1への電圧印加時（完全屈曲散入射時）に、正面方向（受光角b=0度）で観察した白表示の輝度率を各入射光の方位別に測定した。なお、本実施例においては、反射面10の傾斜角を3.0度とし、反射面10上の平坦化膜8としては屈折率n1=1.33のものを用いた。

【0146】ここで、反射面10の法線と反射側基板7との法線とを含む平面上における液晶パネル上側を方位角c=0度の方向とし、方位角c=-0.0, -4.5, 0, 4.5, 9.0度の各方位から投光器15により光を入射させ、受光器16により受光される光量を測定した。入射光の入射角aは、各方位角cにおいて、入射角aを変化させたときの輝度率変化を示すグラフであり、横軸は入射角aを示しており、縦軸は、それぞれの方位から光を入射させた際の、正面方向（受光各b=0度）で受光器16により受光した輝度率、すなはち、完全屈曲反射板との比を示している。また、曲線9-1、曲線9-2、曲線9-3、曲線9-4、曲線9-5は、それぞれ投光器15による光の入射方向が方位角c=-0.0, -4.5, 0, 4.5, 9.0度の場合を示している。

【0147】この結果より、本液晶パネルの方位角c=0度の方向（パネル上側）周辺、かつ入射角a=7.0度の方向周辺からの投光器15により光を入射させた場合に、輝度率が3を越えており、白表示に大きく寄与する

場合の測定結果を、図11にまとめて示す。

【0148】10.5度以上から、反射面10の法線ベクトルの向く方向（特に方位角方向）に、異方性を持たせることにより、本反射型液晶表示装置は、人射光方位からの影響が少なくなることがわかった。

【0149】本液晶パネルを実際の使用条件下で用いる場合には、液晶パネルに入射する外光の入射方向は照明等の位置により変化する。したがつて、前述のように、本液晶パネルに反射側基板7上に形成された傾斜面8aの形状（反射面10および光吸収層11の形状）は、以上に述べた二通りであったが、反射側基板7上に形成された傾斜面8aの構造体の一部に対して、

(14)

【0150】（実施例5）実施例5として、上記条件の下で作製された、図1の液晶表示装置において、反射側基板7と平行な外光の方位角依存性を、実施例1で用いた測定システムと同様のシステムによって測定した。

【0151】本実施例においては、反射面10の傾斜角は3.0度とし、反射側基板7上に形成された反射面10について検討を行つた。

【0152】ここで、図5に示した形状は、実施例1の場合と同様である。また、図10に示した形状は、底面が六角形であり、側面が底面に対して3.0度の角度を成す六角錐と、頂点を反射側基板7側にして、底面が反射側基板7と平行になるように配置した状態を考えたときには、この六角錐の連続する3つの側面が反射面10a、10b、10cを成し、残りの3つの側面が光吸収層11a、11b、11cを成すような形状を最小単位として、これを平面的に規格化して配置したものである。

【0153】そして、反射面10bの法線ベクトルの底面面6aへの正射影が、液晶パネルの上側となるように配置した。

【0154】したがつて、反射面10の形状（反射側板7）が図5に示した形状であるときは、その法線ベクトルが單一の方向であるのにに対し、図10に示した形状であるときは、その法線ベクトルが複数の方向（図10の場合は3方向）を向いていることになる。

【0155】まず、傾斜した反射面10（図10の場合は反射面10b）の法線と反射側基板7の法線がなす面を、方位角cが0の方向と平行に配置したとき（液晶パネルの上側を方位角cが0の方向としたとき）、方位角cを-8.5度から8.5度まで5度間隔で変化させ、受光角bを0度に固定した状態で、反射型液晶表示装置の入射角方向の反射率（完全屈曲反射板）の反射輝度ととしたときの初期反射輝度特性を測定し、その平均値を算出し、さらに、方位角cを5度から8.5度まで5度間隔で変化させ、受光角bを0度に固定した状態で、反射型液晶表示装置の入射角方向の反射率（アルミニナなる標準白色板（完全屈曲反射板））の反射輝度ととしたときの初期反射輝度特性を測定し、その平均値を算出し、さらに、方位角cを5度から8.5度まで5度間隔で変化させ、受光角bを0度に固定した状態で、反射型液晶表示装置の入射角方向の反射率（曲線1-1-1）の場合は、曲線1-1-2の場合は、曲線1-1-3の場合は、曲線1-1-4の場合は、曲線1-1-5の場合は、曲線1-1-6の場合は、曲線1-1-7の場合は、曲線1-1-8の場合は、曲線1-1-9の場合は、曲線1-1-10の場合は、曲線1-1-11の場合は、曲線1-1-12の場合は、曲線1-1-13の場合は、曲線1-1-14の場合は、曲線1-1-15の場合は、曲線1-1-16の場合は、曲線1-1-17の場合は、曲線1-1-18の場合は、曲線1-1-19の場合は、曲線1-1-20の場合は、曲線1-1-21の場合は、曲線1-1-22の場合は、曲線1-1-23の場合は、曲線1-1-24の場合は、曲線1-1-25の場合は、曲線1-1-26の場合は、曲線1-1-27の場合は、曲線1-1-28の場合は、曲線1-1-29の場合は、曲線1-1-30の場合は、曲線1-1-31の場合は、曲線1-1-32の場合は、曲線1-1-33の場合は、曲線1-1-34の場合は、曲線1-1-35の場合は、曲線1-1-36の場合は、曲線1-1-37の場合は、曲線1-1-38の場合は、曲線1-1-39の場合は、曲線1-1-40の場合は、曲線1-1-41の場合は、曲線1-1-42の場合は、曲線1-1-43の場合は、曲線1-1-44の場合は、曲線1-1-45の場合は、曲線1-1-46の場合は、曲線1-1-47の場合は、曲線1-1-48の場合は、曲線1-1-49の場合は、曲線1-1-50の場合は、曲線1-1-51の場合は、曲線1-1-52の場合は、曲線1-1-53の場合は、曲線1-1-54の場合は、曲線1-1-55の場合は、曲線1-1-56の場合は、曲線1-1-57の場合は、曲線1-1-58の場合は、曲線1-1-59の場合は、曲線1-1-60の場合は、曲線1-1-61の場合は、曲線1-1-62の場合は、曲線1-1-63の場合は、曲線1-1-64の場合は、曲線1-1-65の場合は、曲線1-1-66の場合は、曲線1-1-67の場合は、曲線1-1-68の場合は、曲線1-1-69の場合は、曲線1-1-70の場合は、曲線1-1-71の場合は、曲線1-1-72の場合は、曲線1-1-73の場合は、曲線1-1-74の場合は、曲線1-1-75の場合は、曲線1-1-76の場合は、曲線1-1-77の場合は、曲線1-1-78の場合は、曲線1-1-79の場合は、曲線1-1-80の場合は、曲線1-1-81の場合は、曲線1-1-82の場合は、曲線1-1-83の場合は、曲線1-1-84の場合は、曲線1-1-85の場合は、曲線1-1-86の場合は、曲線1-1-87の場合は、曲線1-1-88の場合は、曲線1-1-89の場合は、曲線1-1-90の場合は、曲線1-1-91の場合は、曲線1-1-92の場合は、曲線1-1-93の場合は、曲線1-1-94の場合は、曲線1-1-95の場合は、曲線1-1-96の場合は、曲線1-1-97の場合は、曲線1-1-98の場合は、曲線1-1-99の場合は、曲線1-1-100の場合は、曲線1-1-101の場合は、曲線1-1-102の場合は、曲線1-1-103の場合は、曲線1-1-104の場合は、曲線1-1-105の場合は、曲線1-1-106の場合は、曲線1-1-107の場合は、曲線1-1-108の場合は、曲線1-1-109の場合は、曲線1-1-110の場合は、曲線1-1-111の場合は、曲線1-1-112の場合は、曲線1-1-113の場合は、曲線1-1-114の場合は、曲線1-1-115の場合は、曲線1-1-116の場合は、曲線1-1-117の場合は、曲線1-1-118の場合は、曲線1-1-119の場合は、曲線1-1-120の場合は、曲線1-1-121の場合は、曲線1-1-122の場合は、曲線1-1-123の場合は、曲線1-1-124の場合は、曲線1-1-125の場合は、曲線1-1-126の場合は、曲線1-1-127の場合は、曲線1-1-128の場合は、曲線1-1-129の場合は、曲線1-1-130の場合は、曲線1-1-131の場合は、曲線1-1-132の場合は、曲線1-1-133の場合は、曲線1-1-134の場合は、曲線1-1-135の場合は、曲線1-1-136の場合は、曲線1-1-137の場合は、曲線1-1-138の場合は、曲線1-1-139の場合は、曲線1-1-140の場合は、曲線1-1-141の場合は、曲線1-1-142の場合は、曲線1-1-143の場合は、曲線1-1-144の場合は、曲線1-1-145の場合は、曲線1-1-146の場合は、曲線1-1-147の場合は、曲線1-1-148の場合は、曲線1-1-149の場合は、曲線1-1-150の場合は、曲線1-1-151の場合は、曲線1-1-152の場合は、曲線1-1-153の場合は、曲線1-1-154の場合は、曲線1-1-155の場合は、曲線1-1-156の場合は、曲線1-1-157の場合は、曲線1-1-158の場合は、曲線1-1-159の場合は、曲線1-1-160の場合は、曲線1-1-161の場合は、曲線1-1-162の場合は、曲線1-1-163の場合は、曲線1-1-164の場合は、曲線1-1-165の場合は、曲線1-1-166の場合は、曲線1-1-167の場合は、曲線1-1-168の場合は、曲線1-1-169の場合は、曲線1-1-170の場合は、曲線1-1-171の場合は、曲線1-1-172の場合は、曲線1-1-173の場合は、曲線1-1-174の場合は、曲線1-1-175の場合は、曲線1-1-176の場合は、曲線1-1-177の場合は、曲線1-1-178の場合は、曲線1-1-179の場合は、曲線1-1-180の場合は、曲線1-1-181の場合は、曲線1-1-182の場合は、曲線1-1-183の場合は、曲線1-1-184の場合は、曲線1-1-185の場合は、曲線1-1-186の場合は、曲線1-1-187の場合は、曲線1-1-188の場合は、曲線1-1-189の場合は、曲線1-1-190の場合は、曲線1-1-191の場合は、曲線1-1-192の場合は、曲線1-1-193の場合は、曲線1-1-194の場合は、曲線1-1-195の場合は、曲線1-1-196の場合は、曲線1-1-197の場合は、曲線1-1-198の場合は、曲線1-1-199の場合は、曲線1-1-200の場合は、曲線1-1-201の場合は、曲線1-1-202の場合は、曲線1-1-203の場合は、曲線1-1-204の場合は、曲線1-1-205の場合は、曲線1-1-206の場合は、曲線1-1-207の場合は、曲線1-1-208の場合は、曲線1-1-209の場合は、曲線1-1-210の場合は、曲線1-1-211の場合は、曲線1-1-212の場合は、曲線1-1-213の場合は、曲線1-1-214の場合は、曲線1-1-215の場合は、曲線1-1-216の場合は、曲線1-1-217の場合は、曲線1-1-218の場合は、曲線1-1-219の場合は、曲線1-1-220の場合は、曲線1-1-221の場合は、曲線1-1-222の場合は、曲線1-1-223の場合は、曲線1-1-224の場合は、曲線1-1-225の場合は、曲線1-1-226の場合は、曲線1-1-227の場合は、曲線1-1-228の場合は、曲線1-1-229の場合は、曲線1-1-230の場合は、曲線1-1-231の場合は、曲線1-1-232の場合は、曲線1-1-233の場合は、曲線1-1-234の場合は、曲線1-1-235の場合は、曲線1-1-236の場合は、曲線1-1-237の場合は、曲線1-1-238の場合は、曲線1-1-239の場合は、曲線1-1-240の場合は、曲線1-1-241の場合は、曲線1-1-242の場合は、曲線1-1-243の場合は、曲線1-1-244の場合は、曲線1-1-245の場合は、曲線1-1-246の場合は、曲線1-1-247の場合は、曲線1-1-248の場合は、曲線1-1-249の場合は、曲線1-1-250の場合は、曲線1-1-251の場合は、曲線1-1-252の場合は、曲線1-1-253の場合は、曲線1-1-254の場合は、曲線1-1-255の場合は、曲線1-1-256の場合は、曲線1-1-257の場合は、曲線1-1-258の場合は、曲線1-1-259の場合は、曲線1-1-260の場合は、曲線1-1-261の場合は、曲線1-1-262の場合は、曲線1-1-263の場合は、曲線1-1-264の場合は、曲線1-1-265の場合は、曲線1-1-266の場合は、曲線1-1-267の場合は、曲線1-1-268の場合は、曲線1-1-269の場合は、曲線1-1-270の場合は、曲線1-1-271の場合は、曲線1-1-272の場合は、曲線1-1-273の場合は、曲線1-1-274の場合は、曲線1-1-275の場合は、曲線1-1-276の場合は、曲線1-1-277の場合は、曲線1-1-278の場合は、曲線1-1-279の場合は、曲線1-1-280の場合は、曲線1-1-281の場合は、曲線1-1-282の場合は、曲線1-1-283の場合は、曲線1-1-284の場合は、曲線1-1-285の場合は、曲線1-1-286の場合は、曲線1-1-287の場合は、曲線1-1-288の場合は、曲線1-1-289の場合は、曲線1-1-290の場合は、曲線1-1-291の場合は、曲線1-1-292の場合は、曲線1-1-293の場合は、曲線1-1-294の場合は、曲線1-1-295の場合は、曲線1-1-296の場合は、曲線1-1-297の場合は、曲線1-1-298の場合は、曲線1-1-299の場合は、曲線1-1-300の場合は、曲線1-1-301の場合は、曲線1-1-302の場合は、曲線1-1-303の場合は、曲線1-1-304の場合は、曲線1-1-305の場合は、曲線1-1-306の場合は、曲線1-1-307の場合は、曲線1-1-308の場合は、曲線1-1-309の場合は、曲線1-1-310の場合は、曲線1-1-311の場合は、曲線1-1-312の場合は、曲線1-1-313の場合は、曲線1-1-314の場合は、曲線1-1-315の場合は、曲線1-1-316の場合は、曲線1-1-317の場合は、曲線1-1-318の場合は、曲線1-1-319の場合は、曲線1-1-320の場合は、曲線1-1-321の場合は、曲線1-1-322の場合は、曲線1-1-323の場合は、曲線1-1-324の場合は、曲線1-1-325の場合は、曲線1-1-326の場合は、曲線1-1-327の場合は、曲線1-1-328の場合は、曲線1-1-329の場合は、曲線1-1-330の場合は、曲線1-1-331の場合は、曲線1-1-332の場合は、曲線1-1-333の場合は、曲線1-1-334の場合は、曲線1-1-335の場合は、曲線1-1-336の場合は、曲線1-1-337の場合は、曲線1-1-338の場合は、曲線1-1-339の場合は、曲線1-1-340の場合は、曲線1-1-341の場合は、曲線1-1-342の場合は、曲線1-1-343の場合は、曲線1-1-344の場合は、曲線1-1-345の場合は、曲線1-1-346の場合は、曲線1-1-347の場合は、曲線1-1-348の場合は、曲線1-1-349の場合は、曲線1-1-350の場合は、曲線1-1-351の場合は、曲線1-1-352の場合は、曲線1-1-353の場合は、曲線1-1-354の場合は、曲線1-1-355の場合は、曲線1-1-356の場合は、曲線1-1-357の場合は、曲線1-1-358の場合は、曲線1-1-359の場合は、曲線1-1-360の場合は、曲線1-1-361の場合は、曲線1-1-362の場合は、曲線1-1-363の場合は、曲線1-1-364の場合は、曲線1-1-365の場合は、曲線1-1-366の場合は、曲線1-1-367の場合は、曲線1-1-368の場合は、曲線1-1-369の場合は、曲線1-1-370の場合は、曲線1-1-371の場合は、曲線1-1-372の場合は、曲線1-1-373の場合は、曲線1-1-374の場合は、曲線1-1-375の場合は、曲線1-1-376の場合は、曲線1-1-377の場合は、曲線1-1-378の場合は、曲線1-1-379の場合は、曲線1-1-380の場合は、曲線1-1-381の場合は、曲線1-1-382の場合は、曲線1-1-383の場合は、曲線1-1-384の場合は、曲線1-1-385の場合は、曲線1-1-386の場合は、曲線1-1-387の場合は、曲線1-1-388の場合は、曲線1-1-389の場合は、曲線1-1-390の場合は、曲線1-1-391の場合は、曲線1-1-392の場合は、曲線1-1-393の場合は、曲線1-1-394の場合は、曲線1-1-395の場合は、曲線1-1-396の場合は、曲線1-1-397の場合は、曲線1-1-398の場合は、曲線1-1-399の場合は、曲線1-1-400の場合は、曲線1-1-401の場合は、曲線1-1-402の場合は、曲線1-1-403の場合は、曲線1-1-404の場合は、曲線1-1-405の場合は、曲線1-1-406の場合は、曲線1-1-407の場合は、曲線1-1-408の場合は、曲線1-1-409の場合は、曲線1-1-410の場合は、曲線1-1-411の場合は、曲線1-1-412の場合は、曲線1-1-413の場合は、曲線1-1-414の場合は、曲線1-1-415の場合は、曲線1-1-416の場合は、曲線1-1-417の場合は、曲線1-1-418の場合は、曲線1-1-419の場合は、曲線1-1-420の場合は、曲線1-1-421の場合は、曲線1-1-422の場合は、曲線1-1-423の場合は、曲線1-1-424の場合は、曲線1-1-425の場合は、曲線1-1-426の場合は、曲線1-1-427の場合は、曲線1-1-428の場合は、曲線1-1-429の場合は、曲線1-1-430の場合は、曲線1-1-431の場合は、曲線1-1-432の場合は、曲線1-1-433の場合は、曲線1-1-434の場合は、曲線1-1-435の場合は、曲線1-1-436の場合は、曲線1-1-437の場合は、曲線1-1-438の場合は、曲線1-1-439の場合は、曲線1-1-440の場合は、曲線1-1-441の場合は、曲線1-1-442の場合は、曲線1-1-443の場合は、曲線1-1-444の場合は、曲線1-1-445の場合は、曲線1-1-446の場合は、曲線1-1-447の場合は、曲線1-1-448の場合は、曲線1-1-449の場合は、曲線1-1-450の場合は、曲線1-1-451の場合は、曲線1-1-452の場合は、曲線1-1-453の場合は、曲線1-1-454の場合は、曲線1-1-455の場合は、曲線1-1-456の場合は、曲線1-1-457の場合は、曲線1-1-458の場合は、曲線1-1-459の場合は、曲線1-1-460の場合は、曲線1-1-461の場合は、曲線1-1-462の場合は、曲線1-1-463の場合は、曲線1-1-464の場合は、曲線1-1-465の場合は、曲線1-1-466の場合は、曲線1-1-467の場合は、曲線1-1-468の場合は、曲線1-1-469の場合は、曲線1-1-470の場合は、曲線1-1-471の場合は、曲線1-1-472の場合は、曲線1-1-473の場合は、曲線1-1-474の場合は、曲線1-1-475の場合は、曲線1-1-476の場合は、曲線1-1-477の場合は、曲線1-1-478の場合は、曲線1-1-479の場合は、曲線1-1-480の場合は、曲線1-1-481の場合は、曲線1-1-482の場合は、曲線1-1-483の場合は、曲線1-1-484の場合は、曲線1-1-485の場合は、曲線1-1-486の場合は、曲線1-1-487の場合は、曲線1-1-488の場合は、曲線1-1-489の場合は、曲線1-1-490の場合は、曲線1-1-491の場合は、曲線1-1-492の場合は、曲線1-1-493の場合は、曲線1-1-494の場合は、曲線1-1-495の場合は、曲線1-1-496の場合は、曲線1-1-497の場合は、曲線1-1-498の場合は、曲線1-1-499の場合は、曲線1-1-500の場合は、曲線1-1-501の場合は、曲線1-1-502の場合は、曲線1-1-503の場合は、曲線1-1-504の場合は、曲線1-1-505の場合は、曲線1-1-506の場合は、曲線1-1-507の場合は、曲線1-1-508の場合は、曲線1-1-509の場合は、曲線1-1-510の場合は、曲線1-1-511の場合は、曲線1-1-512の場合は、曲線1-1-513の場合は、曲線1-1-514の場合は、曲線1-1-515の場合は、曲線1-1-516の場合は、曲線1-1-517の場合は、曲線1-1-518の場合は、曲線1-1-519の場合は、曲線1-1-520の場合は、曲線1-1-521の場合は、曲線1-1-522の場合は、曲線1-1-523の場合は、曲線1-1-524の場合は、曲線1-1-525の場合は、曲線1-1-526の場合は、曲線1-1-527の場合は、曲線1-1-528の場合は、曲線1-1-529の場合は、曲線1-1-530の場合は、曲線1-1-531の場合は、曲線1-1-532の場合は、曲線1-1-533の場合は、曲線1-1-534の場合は、曲線1-1-535の場合は、曲線1-1-536の場合は、曲線1-1-537の場合は、曲線1-1-538の場合は、曲線1-1-539の場合は、曲線1-1-540の場合は、曲線1-1-541の場合は、曲線1-1-542の場合は、曲線1-1-543の場合は、曲線1-1-544の場合は、曲線1-1-545の場合は、曲線1-1-546の場合は、曲線1-1-547の場合は、曲線1-1-548の場合は、曲線1-1-549の場合は、曲線1-1-550の場合は、曲線1-1-551の場合は、曲線1-1-552の場合は、曲線1-1-553の場合は、曲線1-1-554の場合は、曲線1-1-555の場合は、曲線1-1-556の場合は、曲線1-1-557の場合は、曲線1-1-558の場合は、曲線1-1-559の場合は、曲線1-1-560の場合は、曲線1-1-561の場合は、曲線1-1-562の場合は、曲線1-1-563の場合は、曲線1-1-564の場合は、曲線1-1-565の場合は、曲線1-1-566の場合は、曲線1-1-567の場合は、曲線1-1-568の場合は、曲線1-1-569の場合は、曲線1-1-570の場合は、曲線1-1-571の場合は、曲線1-1-572の場合は、曲線1-1-573の場合は、曲線1-1-574の場合は、曲線1-1-575の場合は、曲線1-1-576の場合は、曲線1-1-577の場合は、曲線1-1-578の場合は、曲線1-1-579の場合は、曲線1-1-580の場合は、曲線1-1-581の場合は、曲線1-1-582の場合は、曲線1-1-583の場合は、曲線1-1-584の場合は、曲線1-1-585の場合は、曲線1-1-586の場合は、曲線1-1-587の場合は、曲線1-1-588の場合は、曲線1-1-589の場合は、曲線1-1-590の場合は、曲線1-1-591の場合は、曲線1-1-592の場合は、曲線1-1-593の場合は、曲線1-1-594の場合は、曲線1-1-595の場合は、曲線1-1-596の場合は、曲線1-1-597の場合は、曲線1-1-598の場合は、曲線1-1-599の場合は、曲線1-1-600の場合は、曲線1-1-601の場合は、曲線1-1-602の場合は、曲線1-1-603の場合は、曲線1-1-604の場合は、曲線1-1-605の場合は、曲線1-1-606の場合は、曲線1-1-607の場合は、曲線1-1-608の場合は、曲線1-1-609の場合は、曲線1-1-610の場合は、曲線1-1-611の場合は、曲線1-1-612の場合は、曲線1-1-613の場合は、曲線1-1-614の場合は、曲線1-1-615の場合は、曲線1-1-616の場合は、曲線1-1-617の場合は、曲線1-1-618の場合は、曲線1-1-619の場合は、曲線1-1-620の場合は、曲線

反射面10と光吸収層11の組み合せ、また、それそれの面の法線ベクトルの方向などのパラメータを、適宜選択していると良い。

[0158] 液晶層11の後方散乱の散乱効率は前方散乱の散乱効率とはべて小さいので、反射光のうち主な成形部は前方散乱成分が反射面10上で反射され、一部はさらに散乱された上で、反射光に向か反射されたものである。すなわち、觀察方向から反射側面板7を観察したときに、光吸収層11が直角散乱しない形状が有効である。例えは、反射面10の面法線ベクトルを方位角方向に3軸類の異方性を持たせ、光吸収層11の面法線ベクトルがパネル面に対して平行になるようにさせた上で、最適化させた図12に示すような形状が例として挙げられる。

[0159] 図12に示す形状について説明する。図12(a)は、本実施の形態に係る反射型液晶表示装置のD-T部の反射面10および光吸収層11の平面図である。図12(b)は、反射面10および光吸収層11のD-T線規規面図、図12(c)は、図12(a)のE-E線規規面図、図12(d)は、図12(a)のF-F線規規面図である。図12(e)で示した反射面10および光吸収層11の一部が複数組み合された場合の斜視図である。また、図12(a)と図12(d)において、対応する頂点にしかTの記号を付与している。

[0160] ここで、L, M, S, Tの各頂点を含む面(図12(d)および図12(e)において×印の面)は、反射側面板7(図1参照)に対して垂直な面であり、光吸収層11が形成されている。また、M, N, O, Tの各頂点、O, P, Q, R, S, Tの各頂点をそれぞれ含む面は、互いに合同な菱形形状をしており、反射面10が形成されている。そして、これらの各反射面10の法線ベクトルが、それぞれ異なる方向となるように各反射面10が配置されている。

[0161] (実施の形態2)次に、本発明の第2の実施の形態について図13および図14に基づいて説明すれば、以下の通りである。

[0162] 図13は本発明の第2の実施の形態に係る反射型液晶表示装置(特に、液晶パネル部分)の断面図である。本実施の形態における液晶パネルは、液晶層5および中間基板5-2を除いて実施の形態1の液晶パネルと同様であり、それらの構成要素については、実施の形態1の説明を省略する。なお、実施の形態1の液晶パネルにおける各反射面10の法線ベクトルは、反射面10において平行化層8上に設けられていた中間基板5-2上に設けられている。

[0163] ここで、液晶層5-1は、低分子の液晶組成物と液晶性配向を固定して付られた高分子との分散体を配したものである。該液晶層5-1の形成方法を以下に示す。

とになる。ここでは、光硬化型高分子材料を用いている。

[0164] まず、絲電界方性が正の液晶組成物と、アレボリマー材料および重合開始剤を混合して液晶層形成材料とした。ここで用いた上記液晶組成物は、通常の TFT液晶パネルにおいては、反射光のうち主な成形部は前方散乱成分が反射面10上で反射され、一部はさらに散乱された上で、反射光に向か反射されたものである。すなわち、觀察方向から反射側面板7を観察したときに、光吸収層11が直角散乱しない形状が有効である。例えは、反射面10の面法線ベクトルを方位角方向に3軸類の異方性を持たせ、光吸収層11の面法線ベクトルがパネル面に対して平行になるようにさせた上で、最適化させた図12に示すような形状が例として挙げられる。

[0165] そして、液晶層5-1の厚みが5μmとなるように、液晶層形成材料を入射側基板6および中間基板5-2により保持し、液晶块体5-3を形成した。ここで、中間基板5-2は、次に説明するレーザー照射の工程において、不要な反射光を発生させないために反射面10を有する反射側面板7の替わりに液晶層5-1を保持するものである。

[0166] 液晶層5-1の厚みが5μmとなるように、液晶層形成材料を入射側基板6および中間基板5-2により保持し、液晶块体5-3を形成した。ここで、中間基板5-2は、次に説明するレーザー照射の工程において、不要な反射光を発生させないために反射面10を有する反射側面板7の替わりに液晶層5-1を保持するものである。

[0167] 液晶層5-1の場合は、図14に示す配置に基づいて液晶層5-1が通過状態にあるため、実施の形態1の理由によって、良好な黒表示が得られる。

[0168] 液晶層5-1の場合は、図14に示す配置に基づいて液晶層5-1が通過状態にある。上記のように、電圧印加時(電圧無印加時)においては、上記の理由によって、反射面10の傾斜角が0°である場合と同様の理由によって、良好な黒表示が得られる。

[0169] 電源オン時(電圧印加時)では、次のようにして白表示が得られる。上記のように、電圧層5-1に電圧が印加された状態では、多層構造に基づく屈折率の変化が液晶層5-1内に生じる。この屈折率が変化した界面5-1aでは光が反射され、特に、この界面5-1aに対して入射角θ1において反射される光(上記多層構造の屈折率から反射された方向から入射する入射光、例えは光線1-7)は、全反射されることになる。したがって、入射光は、この反射の影響によってその進行方向を曲げる効果を受ける。

[0170] 界面5-1aが境界面6-2aに対して所定の範囲の角度を成して形成されている場合、光線1-7のようないくつかの反射光が界面5-1a内に生じる。また、M, N, O, Tの各頂点、O, P, Q, R, S, Tの各頂点を含む面(図12(d)および図12(e)において×印の面)は、反射側面板7(図1参照)に対して垂直な面であり、光吸収層11が形成されている。また、M, N, O, Tの各頂点、O, P, Q, R, S, Tの各頂点を含む面は、互いに合同な菱形形状をしており、反射面10が形成されている。そして、これらの各反射面10の法線ベクトルが、それぞれ異なる方向となるように各反射面10が配置されている。

[0171] (実施の形態2)次に、本発明の第2の実施の形態について図13および図14に基づいて説明すれば、以下の通りである。

[0172] 図13は本発明の第2の実施の形態に係る反射型液晶表示装置(特に、液晶パネル部分)の断面図である。本実施の形態における液晶パネルは、液晶層5-1および中間基板5-2を除いて実施の形態1の液晶パネルと同様であり、それらの構成要素については、実施の形態1の説明を省略する。なお、実施の形態1の液晶パネルにおける各反射面10の法線ベクトルは、反射面10において平行化層8上に設けられていた中間基板5-2上に設けられている。

[0173] ここで、液晶層5-1は、低分子の液晶組成物と液晶性配向を固定して付られた高分子との分散体を配したものである。該液晶層5-1の形成方法を以下に示す。

り、それらの構成要素については、同一の符号を付記し、その説明を省略する。なお、本液晶パネルにおいては、保謹フィルム2-2と空気層3との境界面2-2aが実施の形態1における境界面6-2aに相当している。

[0174] 干渉性反射板2-1は、相対的に屈折率の高い高屈折率単体と、相対的に屈折率の低い低屈折率単体とが組合せられて構成される透過型のポリカーボネートである。この干渉性反射板2-1は、樹脂構造の外面となる境界面2-1aを有している。そして、この干渉性反射板2-1には、この屈折率層2-1aに対しても、樹脂構造の樹脂層に応じた特定の方向(以下、固有方向と称す)から入射する光のみを正反射する作用がある。

[0175] ここで、上記の特定の方向としては、屈面2-1aの一方の側において互いに正反射の関係(この面の垂線に対して互いに対称な関係)にある2つの方向が存在し、他方の側では、これら2つの方向の屈面2-1aに対して対称な方向も同様に上記の特定の方向となる。以下においては、上記の特定の方向の1つであり、屈面2-1aの境界面2-2a側で、かつ、屈面2-1aから反射面10にに向かう方向(图中矢印C方向)を第1固有方向(特定方向)とする。

[0176] なお、実際には屈面2-1aによって反射される光の入射方向には幅があるが、本実施の形態では、その幅による影響は無視できるものであるため、その幅の中央方向を上記の固有方向として、反射面10の傾斜角が0°である場合において説明する。なお、本実施の形態では、傾斜角が0°に限られるものではなく、実施の形態1における傾斜角の条件を満たす屈面内において、適宜変更可能である。

[0177] 干渉性反射板2-1の第1固有方向がそれそれ境界面2-2aに対して成す角度は、反射面法線方向1-9が境界面2-2aに対して成す角度と臨界角方向(全反射角方向)2-0が境界面2-2aに対して成す角度との間となるように設定されていることが望ましい。なお、反射面法線方向1-9とは、干渉性反射板2-1での反射作用がない場合には、液滴層11に於ける反射角の条件を満たす屈面内において、適宜変更可能である。

[0178] 干渉性反射板2-1の第1固有方向がそれそれ境界面2-2aに対して成す角度が、反射面法線方向1-9が境界面2-2aに対して成す角度は、反射面法線方向1-9が境界面2-2aに対して成す角度と臨界角方向(全反射角方向)2-0が境界面2-2aに対して成す角度との間となるように設定されていることが望ましい。なお、反射面法線方向1-9は、反射面10の法線方向であり、臨界角方向2-0とは、干渉性反射板2-1での反射作用がない場合には、液滴層11に於ける反射角の条件を満たす屈面内において、適宜変更可能である。

[0179] 図15以下では、屈面2-1aが境界面2-2aに対して成す角度が、反射面法線方向1-9および屈面2-2aに対して成す角度は、反射面法線方向1-9が境界面2-2aに対して成す角度のほぼ中央値となるように設定されており、干渉性反射板2-1の第1固有方向が、干渉性反射板2-1の第2固有方向がそれそれ境界面2-2aに対して成す角度のほぼ中央値となるように設定されており、干渉性反射板2-1の第1固有方向が、液滴層11に対して垂面方向から反射面1-0に入射した光が、反射面1-0によって正反射されるとする垂直方向に傾いた方向に設定されている場合の動作について説明する。

[0180] 図15は、本発明の第3の実施の形態に係る反射型液晶表示装置(特に、液晶パネル部分)の断面図である。本実施の形態における液晶パネルは、入射側パネル部は、光吸収層5-1および反射層5-2の間に設けられたものである。本実施の形態における液晶パネルは、入射側パネル部6の空気層3-0側に設けられた干渉性反射板(反射体)2-1、吸収性カラーフィルター6-0および保謹フィルム2-2を除いて実施の形態1の液滴層5-1と同様であ

【0186】境界面22a内において、本液晶パネル上側から下側に向かって入射する光線18aを仮定する。

【0187】本実施の形態に係る液晶パネルに関する実施例4と同様に、実施例1の測定システムによって液晶層11の電圧印加時(完全遮断駆動時)に、正面方向(受光角 $\beta = 0^\circ$)で観察した白表示の反射率を測定した。なお、本測定に用いた液晶パネルの反射面10の傾角、および平坦化膜8と基板9との間の角度を測定した。また、実施例1の測定した白表示の反射率を測定した。

【0188】一方、液晶パネル上側から境界面22aに入射し、干渉性反射板21の正面方向(第1回有方向と正反射の回転方向にある方向)から干渉性反射板21に入射する光線18bを考慮する。このとき、光線18bは、干渉性反射板21の反射作用を受けて干渉性反射板21が存在しない場合よりも境界面22aに対する平行方向側に傾いた方向で反射面10に入射する。そして、反射面10で正反射された光は、境界面22aに対して垂直方向より僅かに液晶パネル上側に射出することになる。

【0189】つまり、干渉性反射板21によって、光線18aの光路と光線18bの光路が切り替わったことになる。ただし、上記した干渉性反射板21の性質により、光線18a・18b以外の光については、反射作用を受けないため、干渉性反射板21が存在しない場合と同様となる。

【0190】ここで、黒表示の状態においては、干渉性反射板21が存在しない場合に鏡像方向に光が反射しないが、良好な黒表示が得られる。

【0191】一方、白表示の状態においては、光線18bは干渉性反射板21の反射作用によってほぼ鏡像方向に射出する光路となるため、液晶層11の散乱効果によつて、干渉性反射板21が存在しない場合と比べて、光線18bの散乱光が散繁方向により多く出射されるこになり、白表示の明度を向上させることができる。これは、光線18aより光線18bの方が境界面22aに對して深い角度(入射角が小さい角度)で入射するため、液晶パネルに入射する単位面積当たりの光量を大きくすることことができる。

【0192】この状況に応じて、本実施の形態では、干渉性反射板21を用いた場合、特定の波長範囲の光に対して一定の固有方向の光のみを反射するようになる。すなわち、可視光領域においては、固有方向が一定の方向となるように設定することができる。つまり、干渉性反射板21に入射する光の波長に応じて固有方向が変化する場合がある。

【0193】この波長に応じた固有方向の変化に起因して表示特性が悪化する場合には、吸収性カラーフィルター60を用いることにより表示特性の悪化を防止することができる。すなわち、所望の固有方向以外の光を、吸収性カラーフィルター60により吸収することができる。この吸収性カラーフィルター60は、例えは保護フィルム22と兼用して設置すること

1における図1に示した液晶パネルと異なる部分は、物体9が透明体で形成されているとともに、物体9に光吸収層11が形成されておらず、垂直面9bが透過状態となっている点、および反射側基板7の背側にアモルファスシリコン半導体の光電池23(ここでは、光電変換効率8%のもの)が配置されている点である。

【0194】また、反射側の反射層成膜面を設置することもでき、これにより、生産性を高めることができます。また、反射板の反射層成膜面を液晶層に接続するときの基板の良好な表示が可能となる。

【0195】また、本装置に高明度に調整されたカラーフィルタを用いれば、良好な色再現性を有した表示品質の高いカラー反射型液晶表示装置を実現することができる。また、本発明の反射型液晶表示装置にタッチパネルを付加する場合にも表示品質を損なうことなく入力接続が実現できる。

【0196】一方、液晶層における光吸収層11の屈折率が1.0に近い場合、または反射面10の屈折率で反射されるなどして、太陽電池23に達する。つまり、物体9が太陽電池23への導光特性を有している。したがって、本液晶パネルに外光を照射することにより、その外光の一部が太陽電池23に入射し、太陽電池23を発電させることができる。

【0197】ここで、太陽電池23は、光吸収性を有しており、特に、可視光領域の光を効率良く起電力に変換できるものほど黒色であり、光吸収性が高い。したがって、実施の形態1における光吸収層11の機能も有していることになる。

【0198】実際に、本液晶パネルを用いて太陽電池23に達する光量を調べた。ここで、反射面10の傾斜角を25度とし、この方位角 $c = 0^\circ$ の方向から投光器15(図3参照)により光を入射させ、受光器16(図3参照)により受光される光量を測定した。入射光の入射角 a は、各方位角 $c = 0^\circ$ において、0度から80度まで変化させた。

【0199】その結果を図16に示す。図16は、本液晶パネルを用いて屈度率(緩軸)の入射角 a (横軸)依存性を測定した結果を表すグラフである。

【0200】図16と図9における曲線9-3とを比較すると、本実施例の結果(図16)の方が輝度単位が一ヶ月となる入射角 a の値が小さくなっていることがわかる。これは、相対的に小さな入射角 a からの入射光の表示への寄与分が大きくなっていることを意味している。

【0201】入射角 a が小さいことは見込み面積(入射光断面積、光が入射する面の進行方向に対して垂直な面積)を大きくすることができる。したがって、本液晶パネルではさらにも良好な白表示を得ることができる。

【0202】一方、白表示の状態においては、本液晶パネルではさらに良好な白表示を得ることができる。したがって、干渉性反射板21は、カラーフィルターとしても用いることができる。反射型カラーフィルターと比べ、明度の高い表示が可能となる。

【0203】さらに、干渉性反射板21は、回転可動であつてもよい。回転可動することにより、本反射型液晶表示装置に入射する外光の輝度分布に応じて、最も明るい外光をうまく拾うように調整することができ、より白表示の明度の向上を図ることができる。

【0204】なお、干渉性反射板21を用いた場合、特定の波長範囲の光に対して一定の固有方向の光のみを反射するようになる。すなわち、可視光領域においては、固有方向が一定の方向となるように設定することができ、これが固有方向となる場合がある。つまり、干渉性反射板21に入射する光の波長に応じて固有方向が変化する場合がある。

【0205】上述したように、本発明により、反射率が高く、かつ、コントラストが高い反射型液晶表示装置を得ることができます。さらに、従来の方式と比べ波長依存性が小さく、色度特性が大幅な向上が見られる。

【0206】本発明による、反射側の反射層成膜面に設置する一対の基板のダブル側に設置することもでき、これにより、生産性を高めることができます。また、反射板の反射層成膜面を液晶層に接続するときの基板の良好な表示が可能となる。

【0207】また、本装置に高明度に調整されたカラーフィルタを用いれば、良好な色再現性を有した表示品質の高いカラー反射型液晶表示装置を実現することができる。また、本発明の反射型液晶表示装置にタッチパネルを付加する場合にも表示品質を損なうことなく入力接続が実現できる。

【0208】一方、反射面の少なくとも一部と基板水平面とがなす傾斜角が、2.0度以上3.0度以下となる場合である。

【0209】本発明の反射型液晶表示装置は、以上のように、反射面の少なくとも一部と基板水平面とがなす傾斜角を用いることなく、特殊な材料を有する材料を用いることなく、特保保護領域を最適範囲にすむことができる。したがって、黒表示および白表示を共に向上させることができる。したがって、黒表示および白表示を共に向上させることができる。

【0210】その結果、良好な黒表示および白表示により、コントラストを向上させることができ、表示品質の高い反射型液晶表示装置を提供することができる。

【0211】本実施の反射型液晶表示装置は、以上のように、波長層が入射した光に対する透過率が約60.0%が太陽電池23に吸収されることが確認した。

【0212】この場合において、本液晶パネルを屋外で使用することを想定し、太陽光のエネルギー密度を1.517のものを用い、完全拡散光を該反射型液晶表示装置に入射したところ、入射光のほぼ60.0%が太陽電池23に吸収されることが確認した。

【0213】本実施の反射型液晶表示装置は、以上のように、波長層が入射した光に対する透過率が約60.0%が太陽電池23の効率は8.8%であるので、対角10インチのディスプレーに適用したとき、1.44Wの出力が得られる角度を0.7度とすると、反射面は、0以上、2×θ未満の傾斜角で配慮されている構成である。

【0214】上記の構成では、液晶層が光を透過させる状態にある場合には、観察方向に光が放出せず、液晶層が光を散乱や反射させる状態には、観察方向により多くの光が放出するため、良好な黒表示および白表示を出すことができる。したがって、コントラストが高い高品質の表示を行うことができる。

【0215】本実施の反射型液晶表示装置は、以上のように、外部光が基板の境界面に對して垂直に入射した光が、境界面において全反射されるときの、反射面の傾斜角を0.7度とすると、反射面は、0以上、2×θ未満の傾斜角で配慮されている構成である。

【0216】上記の構成では、液晶層が光を透過させる状態にある場合には、観察方向に光が放出せず、液晶層が光を散乱や反射させる状態においては、観察方向により多くの光が放出するため、良好な黒表示および白表示を出すことができる。

【0217】本実施の反射型液晶表示装置は、以上のように、液晶層を介して対向する基板および透明膜と透明膜に埋設された反射面とを有し、外部層の屈折率をn

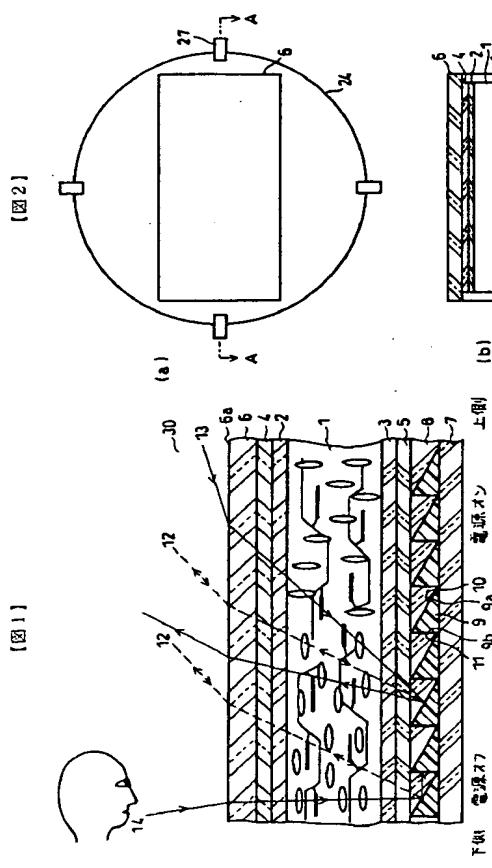
0、透明膜の屈折率をn1とし、

$$\theta = (1/2) \times \arcsin(n_0/n_1) \quad \cdots \text{式1}$$

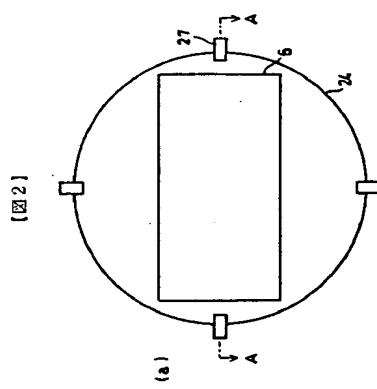
状態にある場合には、観察方向に光が反射せず、液晶層が光を散乱や反射させる状態における基板および白表示を出すことができる。したがって、コントラストが高品質の表示を有するため、良好な黒表示および白表示を出すことができる。

【0218】上記の構成では、液晶層が光を透過させる

〔1〕

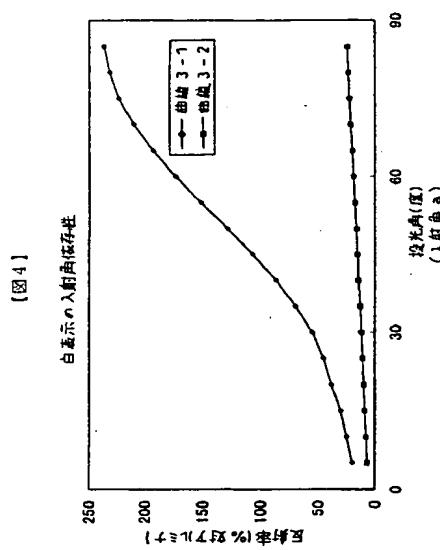


〔2〕

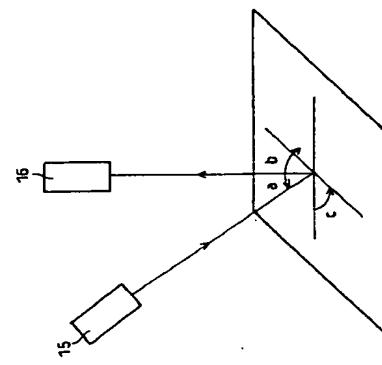


〔1〕

〔2〕



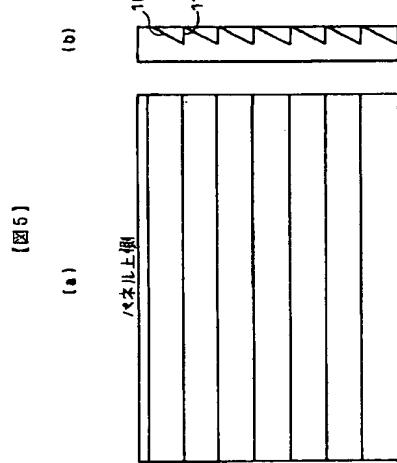
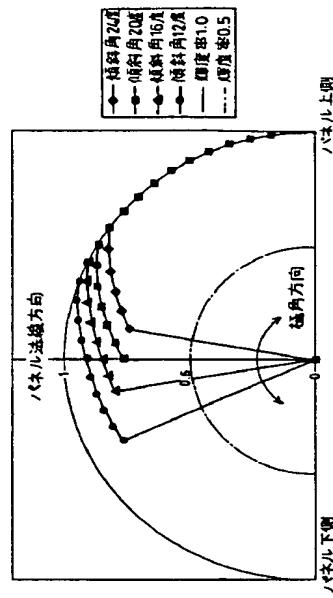
〔3〕



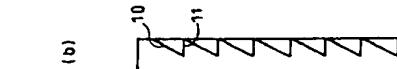
〔4〕

完全光源下での黒表示の反射輝度率の
觀察者極角方向依存性

屈折率:1.5

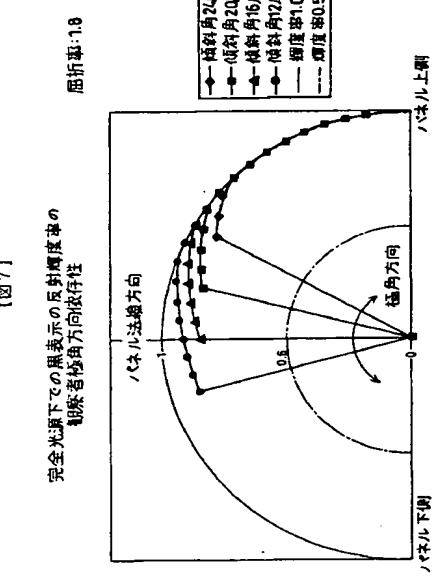


〔5〕

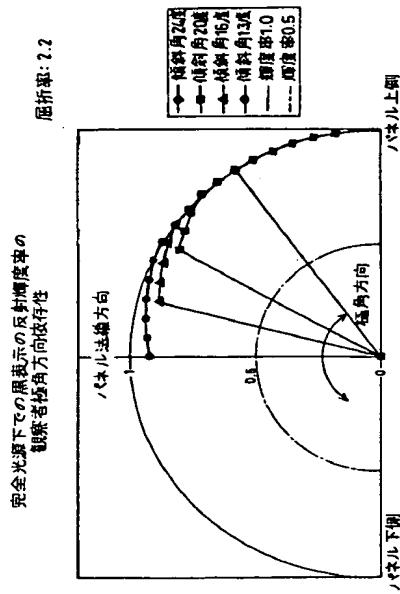


〔6〕

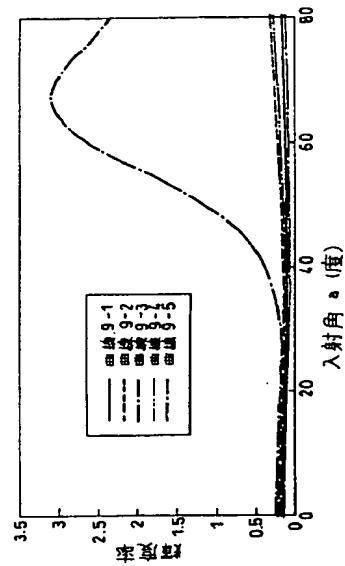
[図7]



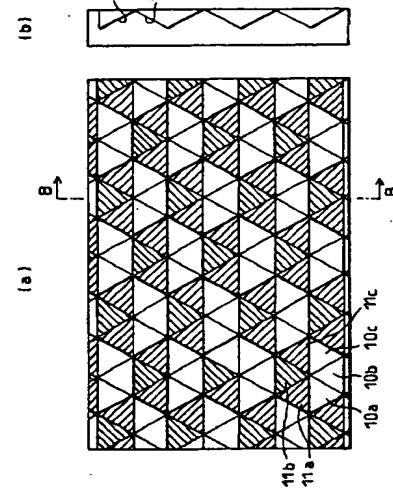
[図8]



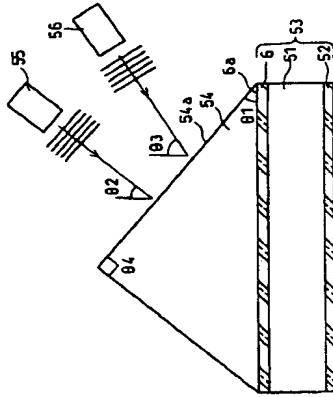
[図9]



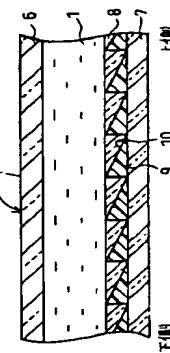
[図10]



[図11]

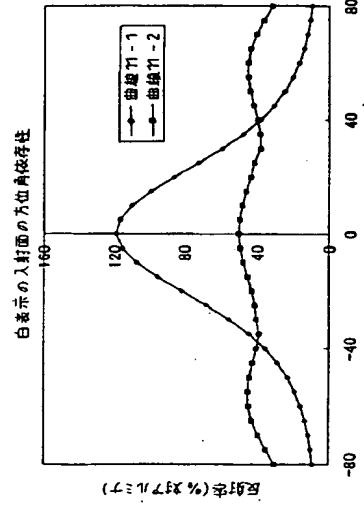


[図12]



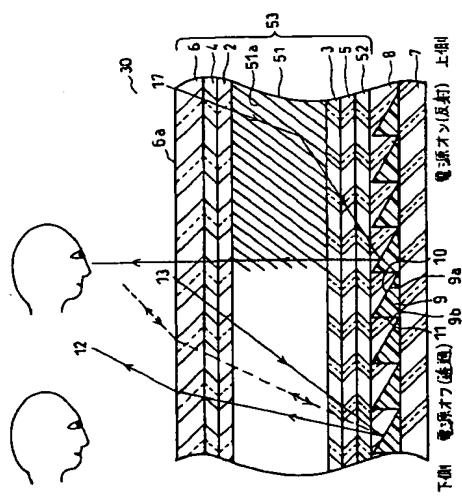
(15)

[図11]

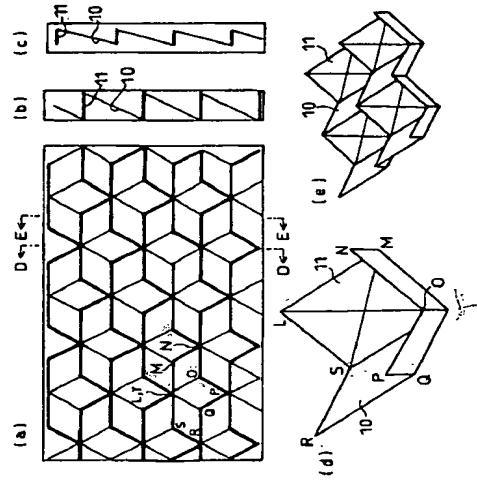


(24)

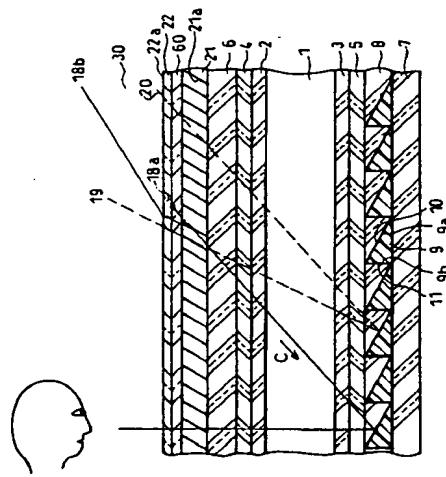
[図13]



[図12]



[図15]



(17)

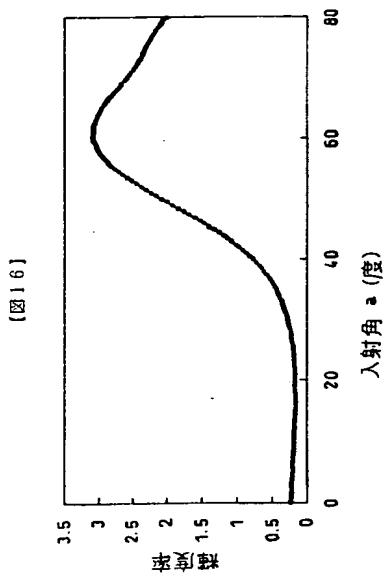


图 17

